

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-272738

(43) 公開日 平成7年(1995)10月20日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01M 8/04

識別記号

Y

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全12頁)

(21) 出願番号 特願平6-63703

(22) 出願日 平成6年(1994)3月31日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 河津 成之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

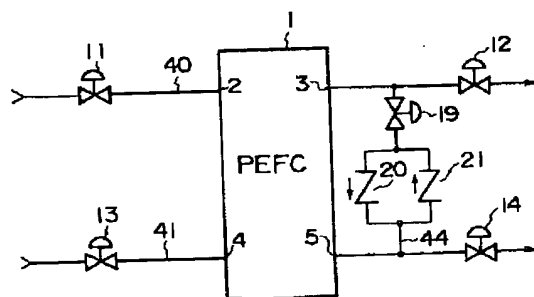
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【目的】 燃料電池システム停止保管時に各部温度差の発生によってガス体積が変化しても、アノード極とカソード極の間及びそれらの各極と燃料電池容器との間を許容圧力差以下にする燃料電池システムを提供する。

【構成】 燃料電池1のアノード極側ガス供給路及びアノード極側排ガス流路には、バルブ11、12が設けられ、一方燃料電池1のカソード極側ガス供給路及びカソード極側排ガス流路には、バルブ13、14が設けられている。従って、バルブ11、12及びバルブ13、14を閉じるとアノード極密閉路40とカソード極密閉路41が形成される。更に、アノード極密閉路40とカソード極密閉路41との流路間は、連結路44で連結され、この連結路44には、所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁20、21が流れ方向を反対にするように並設されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池システムの停止後、パージガスにより燃料電池を不活性雰囲気置換し、その後燃料電池本体を密閉状態にする燃料電池システムにおいて、アノード極側ガス流路を密閉して形成されたアノード極密閉路と、カソード極側ガス流路を密閉して形成されたカソード極密閉路と、前記アノード極密閉路とカソード極密閉路との流路間を連結する連結路と、前記連結路にガスの流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池本体のアノード極密閉路とカソード極密閉路との間の圧力差を一定に保持することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムにおいて、更に、前記アノード極密閉路とカソード極密閉路とからなる燃料電池密閉路にパージガスを供給するパージガス供給路と、前記燃料電池密閉路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池密閉路と燃料ガス供給路との間の圧力差を一定に保持することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池システムにおいて、更に、前記燃料電池を収納する燃料電池本納容器と、前記燃料電池収納容器にパージガスを供給する第 2 のパージガス供給路と、前記燃料電池収納容器と前記アノード極密閉路又はカソード極密閉路のいずれか一方とを連結する第 2 の連結路と、前記第 2 の連結路に流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁と、前記第 2 のパージガス供給路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池収納容器及びアノード極密閉路又はカソード極密閉路のいずれか一方に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時にアノード極密閉路及びカソード極密閉路と燃料電池容器との間の圧力差を一定に保持することを特徴とする燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は燃料電池システム、特に燃料電池システム停止保管時に各部温度差の発生によってガス体積が変化しても、アノード極とカソード極の間及びそれらの各極と燃料電池容器との間を許容圧力差以

下にする燃料電池システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電気化学反応により発電方式を用いた燃料電池は、高効率と優れた環境特性を有することから、小出力電池として近年脚光を浴びている。燃料電池の原理は、水の電気分解の逆反応、すなわち水素と酸素が結び付いて水を生成する際の発生する電気エネルギーを利用している。実際の燃料電池発電システムは、発電を行う燃料電池本体を中心とし、燃料電池本体へ水素リッチガスを供給するための改質器と、該水素リッチガスに水分を添加する加湿装置等の周辺装置で構成されている。

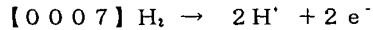
【0003】 燃料電池としては、無機酸であるリン酸を電解質とするリン酸型燃料電池と、炭酸リチウムと炭酸カリウムとの混合炭酸塩を含浸させた電解質板を用いる溶融炭酸塩型燃料電池と、リン酸水溶液や溶融炭酸塩のような液体状材料の代わりに酸素イオン導電性を有する固体の安定化ジルコニアを電解質とし作動温度 1000℃の固体電解質型燃料電池と、水酸化カリウム水溶液を電解質とするアルカリ型燃料電池と、水素イオン導電性のフッ素樹脂系のイオン交換膜（例えばナフィオン (Nafion デュポン社の登録商標)）を電解質とし作動温度が 80～90℃である固体高分子型燃料電池がある。

【0004】 近年、特に電解質の逸散・保持等の問題がなく、常温で起動しかつ起動時間が極めて早い等の利点を有する固体高分子型燃料電池が注目されている。この固体高分子型燃料電池 (PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cells) は、イオン交換膜型燃料電池 (IEMFC: Ion Exchange Membrane Fuel Cells)、プロトン交換膜型燃料電池 (PEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell s)、固体高分子電解質型燃料電池 (SPEFC: Solid Polymer Electrolyte Fuel Cells) とも呼ばれ、構造の概要は図 7 に示す通りである。なお、図 7 は、単一セルの燃料電池の構造である。

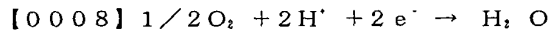
【0005】 すなわち、固体高分子電解質膜 61 の両側面には、ガス拡散能を有する多孔質のカーボンペーパーやカーボンクロスからなるアノード電極 62 とカソード電極 63 が配置され、更に両極の外側面には、固体高分子電解質膜 61 を挟持するようにアノード極側緻密カーボンプレート 64 とカソード極側緻密カーボンプレート 65 とが配置されている。そして、このアノード極側緻密カーボンプレート 64 とカソード極側緻密カーボンプレート 65 の外郭には、それぞれ例えば銅のような導電性の高い金属からなる集電体 66、67 が配置されている。そして、各部材は相互に接合されて配置されている。更に、アノード極側緻密カーボンプレート 64 のアノード極 62 と接する側には、リブ状の複数の溝からなるアノード極側ガス流路 68 が形成され、このアノード極側ガス流路 68 には改質器から電気化学反応の燃料ガスとして供給される水素リッチガスの改質ガスが流通する。一方、カソード極側緻密カーボンプレート 65 のカ

ソード極 63 と接する側には、リブ状の複数の溝からなるカソード極側ガス流路 69 が形成され、このカソード極側ガス流路 69 には電気化学反応の燃料ガスとして供給される酸素ガス又は空気が流通する。

【0006】そして、アノード電極 62 においては、次式の水素酸化反応が起こる。



発生した水素イオン  $\text{H}^+$  は、固体高分子電解質 1 を通じてカソード極 63 に移動する。一方、カソード極 63 では、供給された酸素又は空気と水素イオン  $\text{H}^+$  とが次式のように反応する。



これらの電気化学的反応により、固体高分子型燃料電池は起電力を呈する。

【0009】通常、所望の出力電圧を確保するために、燃料電池は単一セルを複数枚積層している。図 8 には、単一セルを電氣的に直列に 3 枚積層した燃料電池の集合体、いわゆる 3 セルスタックの構造が示されている。図 8 のような 3 セルスタックは、上述の図 7 と異なり各セル間は、両面に異なる燃焼ガスを流通させるリブ付きセパレータ 74 によって仕切られている。また、スタックの両端には、発電による発熱を吸収し燃料電池を所定反応温度に保つための冷却水流路 70 と、その外郭に集電体 66、67 と、その外郭に絶縁体（インシュレータ）71、エンドプレート 72 が配置され、各部材は締め付けボルト 73 により密着接合されている。

【0010】上述の固体高分子型燃料電池を例えば自動車に搭載する場合、自動車の運転・停止に応じて固体高分子型燃料電池の運転・停止、すなわち間欠運転を頻繁に行う。固体高分子型燃料電池を停止すると、燃料電池内部を不活性雰囲気にするためのパージガス、及び冷却水によって燃料電池本体は冷却される。この燃料電池本体の冷却に伴い燃料電池内部のガス温度が低下する。一方、アノード極側ガス流路及びカソード極側ガス流路には、水蒸気が存在し、その残存水蒸気量は異なる場合がある。ここで、燃料電池の停止によるガス温度の低下に伴いアノード側及びカソード側の水蒸気が凝集し水となる。更に、車両に搭載する場合、パージガスの消費を抑えるために、パージ後燃料電池本体は密閉状態にされる。従って、燃料電池の密閉空間の内部圧力が低下すると共に、残存水蒸気量が異なるカソード極密閉路及びアノード極密閉路内の圧力も低下し更に両密閉路間に圧力差が生じる。

【0011】このアノード極密閉路とカソード極密閉路とに圧力差により、例えば固体電解質膜と電極との接合体が一方から圧力を加えられることとなる。このため、固体電解質膜と電極との接合体が、例えば対向するセパレータに設けられたリブ状の複数溝の角部分に押しつけられ、変形したり、場合によっては切断されてしまう恐れがある。このような場合、通常、0.2～3mm

程度と薄く、また強度的にも弱い固体高分子電解質膜が影響を受けやすい。

【0012】更に、停止により内部圧力が低下した燃料電池に、次の起動の際に加圧した燃料ガスを導入すると、急激な圧力変化が生じるため、一度に多量の燃料ガスが流れ込んでしまう。その結果、固体高分子電解質膜及び固体高分子型燃料電池の各部にダメージを与える恐れがある。

【0013】このような問題が生じると、燃料電池の耐久性を十分確保できない恐れがあった。

【0014】そこで、特開平 3-297064 号公報の「燃料電池内の圧力差をバランスさせる方法」には、アノード極側とカソード極側、電池収納容器の各々の間の圧力を常にバランスさせるためのペローズ式バルンサを設置する方法が記載されている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特開平 3-297064 号公報の構成では、ペローズ式バルンサとして、制御すべき両者の圧力差に応じたガスを、吸収・バランスさせるだけの内部容量を設置する必要がある。そして、このペローズ式バルンサは、巨大なアコーデイオンのようなものである。

【0016】従って、例えば出力が 10kW 級の固体高分子型燃料電池を仮定すると、その配管内部の空間容積から、このペローズ式バルンサに求められる内部容積は 10 リットル以上にもなり、固体高分子型燃料電池本体のサイズに匹敵するほどの巨大なペローズ式バルンサを設置しなければならない。すなわち、固体高分子型燃料電池の出力規模を大きくすると、ペローズ式バルンサもそれに比例して大きくしなければならず、これでは自動車のように限られたスペース内に燃料電池を搭載することは難しい。

【0017】本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型でかつ燃料電池システム停止保管時に各部温度差の発生によってガス体積が変化しても、アノード極とカソード極の間及びそれらの各極と燃料電池容器との間を許容圧力差以下にする燃料電池システムを提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る燃料電池システムは、以下のことを特徴とする。

【0019】(1) 燃料電池システムの停止後、パージガスにより燃料電池を不活性雰囲気置換し、その後燃料電池本体を密閉状態にする燃料電池システムにおいて、アノード極側ガス流路を密閉して形成されたアノード極密閉路と、カソード極側ガス流路を密閉して形成されたカソード極密閉路と、前記アノード極密閉路とカソード極密閉路との流路間を連結する連結路と、前記連結路にガスの流れ方向を反対にして並設され所定のクラッ

キング圧に設定された一対の逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池本体のアノード極密閉路とカソード極密閉路との間の圧力差を一定に保持する。

【0020】(2) 上記(1)記載の燃料電池システムにおいて、更に、前記アノード極密閉路とカソード極密閉路とからなる燃料電池密閉路にパージガスを供給するパージガス供給路と、前記燃料電池密閉路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池への燃料ガス供給路と燃料電池密閉路との間の圧力差を一定に保持する。

【0021】(3) 上記(2)記載の燃料電池システムにおいて、更に、前記燃料電池を収納する燃料電池本納容器と、前記燃料電池収納容器にパージガスを供給する第2のパージガス供給路と、前記燃料電池収納容器と前記アノード極密閉路又はカソード極密閉路のいずれか一方とを連結する第2の連結路と、前記第2の連結路に流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁と、前記第2のパージガス供給路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池収納容器及びアノード極密閉路又はカソード極密閉路のいずれか一方に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有し、燃料電池システムの停止保管時にアノード極密閉路及びカソード極密閉路と燃料電池容器との間の圧力差を一定に保持する。

#### 【0022】

【作用】上記燃料電池システムの構成によれば、アノード極密閉路とカソード極密閉路との流路間を連結する連結路と、前記連結路にガスの流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁とを有するので、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池のアノード極側とカソード極側との圧力差を一定、所定のクラッキング圧に保持することができる。

【0023】更に、上記構成に加え、アノード極密閉路とカソード極密閉路とからなる燃料電池密閉路にパージガスを供給するパージガス供給路と、前記燃料電池密閉路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁とを有するので、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池の内部圧力の低下に応じて、燃料電池密閉路にパージガスを供給して、燃料ガス供給路と燃料電池密閉路との間の圧力差を一定に保つことができる。従って、次の起動における燃料電池への燃料ガスの急激な流入を防止することができる。

【0024】更に、上記構成において、更に、燃料電池を燃料電池本納容器に収納する場合、燃料電池収納容器にパージガスを供給する第2のパージガス供給路と、燃

料電池収納容器と燃料電池密閉路とを連結する第2の連結路と、前記第2の連結路に流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁と、前記第2のパージガス供給路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有するので、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池の内圧が低下した場合、燃料電池収納容器内から燃料電池密閉路にパージガスを供給し、燃料電池内の内圧低下を速やかに一定圧に保持することができる。更に、圧力低下を生じた燃料電池収納容器にもパージガスが供給されるので、結果として、燃料電池密閉路と燃料電池容器との間の圧力差を一定に保持することができる。

#### 【0025】

【実施例】以下図面に基づいて、本発明の好適な実施例を説明する。

#### 【0026】第1の実施例

図1には、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池のアノード極側とカソード極側との圧力差をバランスするブロック構成図が示されている。

【0027】図1に示すように、固体高分子型燃料電池1(以下「燃料電池1」と略す)のアノード側入口2には、水素リッチガスである改質ガスを供給するアノード極側ガス供給路が設けられており、一方、燃料電池1のカソード側入口4には、酸素ガス又は空気を供給するカソード極側ガス供給路が設けられている。また、燃料電池1のアノード側出口3には、燃料電池1で消費された排ガスを排出するアノード極側排ガス流路が設けられており、一方燃料電池1のカソード側出口5には、燃料電池1で消費された酸素又は空気を含む水蒸気を排出するカソード極側排ガス流路が設けられている。そして、それぞれにバルブ11、13、12、14が設けられている。

【0028】従って、バルブ11、12を閉じるとアノード極密閉路40、及びバルブ13、14を閉じるとカソード極密閉路41が形成される。

【0029】更に、アノード極密閉路40とカソード極密閉路41との流路間は、連結路44で連結されている。そして、この連結路44には、所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁20、21が流れ方向を反対にするように並設されている。なお、矢印は許容されるガスの流れ方向を示す。また、連結路44には、連結路44の流路を開閉させるバルブ19が設けられている。

【0030】なお、本実施例において、バルブ11、12、13、14、19は電磁弁であって、図示しない制御部の電気信号によってラッチされ、駆動する。

【0031】次に、本実施例の燃料電池システムの動作を説明する。

【0032】燃料電池1の運転時には、アノード側のバ

バルブ 11 とカソード側のバルブ 13 とを開け、燃料ガスを燃料電池 1 に供給し発電させる。この時連結路 44 の流路を閉じるためバルブ 19 は閉じられている。

【0033】一方、燃料電池 1 の停止時には、燃料電池の内部を不活性雰囲気置換するために、アノード側のバルブ 11 とカソード側のバルブ 13 を閉じ、燃料電池 1 にパージタンク（図示せず）よりパージガスを供給する。この時もバルブ 19 は閉じておく。

【0034】パージが完了したら、バルブ 12、14 を閉じ、バルブ 19 を開ける。この状態で、アノード極密閉路 40 とカソード極密閉路 41 とからなる燃料電池密閉路が形成される。そして、燃料電池 1 の冷却に伴い、アノード極密閉路 40 のガス圧力とカソード極密閉路 41 のガス圧力が一定以上の圧力差、即ち逆止弁 20、21 のクラッキング圧力以上になると、逆止弁 20 又は逆止弁 21 が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れる。更に、一対の逆止弁 20、21 は対向して並設されているので、アノード側、カソード側のどちらの圧力が高くなっても、あるいはどちらの圧力が低くなっても逆止弁が開き、圧力差が一定になるようになる。特に、運転時、一般にはカソード極側はアノード極側に比べ加圧（例えば 2 気圧加圧）されており、クラッキング圧をこの加圧分（例えば 2 気圧）にしておけば、運転時及び停止保管時に固体高分子型燃料電池の固体高分子電解質膜は常時同じ方向から同じ圧力で保持されることとなり、起動時に固体高分子電解質膜が圧力差によって動揺することがない。従って、固体高分子電解質膜が変形、切断等の損傷を受けることがない。

【0035】ここで、アノード側もカソード側も既にパージガスでパージされているので、逆止弁 20、21 が開いて相互に流入するガスはパージガス（窒素あるいはアルゴン）である。従って、燃料ガス（アノード系統においては水素、カソード系統においては酸素または空気）が流入し合うことはない。

【0036】なお、燃料電池 1 の入口側に上記逆止弁 20、21 を設けても同様の効果が得られる。

#### 【0037】第 2 の実施例

図 2 には、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池の内部圧力の低下に応じて、燃料電池密閉路にパージガスを供給して、燃料電池への燃料ガス供給路と燃料電池密閉路との間の圧力差を一定に保持するブロック構成図が示されている。なお、第 1 の実施例と同様の構成要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0038】本実施例の特徴は、更にパージガスタンク 80 からアノード極密閉路 40 及びカソード極密閉路 41 にパージガスを供給するパージガス供給路が設けられ、パージ供給路は、アノード側パージガス供給路 50 とカソード側パージガス供給路 52 に分岐している。また、アノード側パージガス供給路 50 とカソード側パージガス供給路 52 には、それぞれ所定のクラッキング圧

に設定され、かつパージガスタンク 80 から燃料電池 1 へパージガスが流れるようにアノード側逆止弁 18 とカソード側逆止弁 22 が設置されている。更にパージガス供給路の上流には、バルブ 60 が設置されている。このバルブ 60 は、本実施例では電磁弁である。

【0039】次に、本実施例の燃料電池システムの動作を説明する。なお、燃料電池 1 の運転時の動作は、第 1 の実施例と同様である。

【0040】本実施例は、更に燃料電池の冷却に伴って、アノード極密閉路 40 とカソード極密閉路 41 とからなる燃料電池密閉路が一定圧力以下になることを防止することができる。すなわち、パージガスの置換完了後もそのままバルブ 60 を開けておく。次に、バルブ 12、14 を閉じ、バルブ 19 を開ける。この状態で、アノード極密閉路 40 とカソード極密閉路 41 とからなる燃料電池密閉路が形成される。そして、燃料電池 1 の冷却に伴い、アノード極密閉路 40 のガス圧力とカソード極密閉路 41 のガス圧力が逆止弁 20、21 のクラッキング圧力以上になると、逆止弁 20 又は逆止弁 21 が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れ、圧力差が一定になるようになる。

【0041】更に、アノード側逆止弁 18 とカソード側逆止弁 22 のクラッキング圧を、例えば燃料ガスを供給するアノード極側ガス供給路とカソード極側ガス供給路とのガス圧に設定しておけば、燃料電池密閉路の圧力の圧力低下に応じてパージガスが燃料電池密閉路に供給される。

【0042】これにより、次の起動における燃料電池への燃料ガスの急激な流入とそれにとまなう圧力の急激な変動を防止することができる。更に、両極の全体的な圧力低下を不要に高めることがないため、外気の燃料電池内への侵入を阻止できると共に、内外の圧力差によるシール部や構成材の破損等が抑制され、安定的な保管状態を保つことができる。

【0043】なお、本実施例において、燃料電池 1 の入口側に上記逆止弁 20、21 を設け、パージガス供給路を出口側に設けてもよく、更に逆止弁 20、21 とパージガス供給路を同じ側に設けても同様の効果が得られる。

#### 【0044】第 3 の実施例

図 3 には、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池密閉路と燃料電池容器との間の圧力差を一定に保持するブロック構成図が示されている。なお、第 1 及び第 2 の実施例と同様の構成要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0045】本実施例は、更に、燃料電池 1 は燃料電池収納容器 6 に収納され、この燃料電池収納容器 6 には、パージガス供給路 51 を介してパージガスが供給される。また、燃料電池収納容器 6 とアノード極密閉路 40 とは、第 2 の連結路 46 によって連結されている。ま

た、第2の連結路46には、所定のクラッキング圧に設定された一对の逆止弁25、26が流れ方向を反対にして並設され、更に第2の連結路46を開閉するバルブ24が設けられている。更に、パージガス供給路51には、所定のクラッキング圧に設定され、かつ燃料電池収納容器6に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁23と、第2のパージガス供給路51を開閉するバルブ61とが設けられている。

【0046】次に、本実施例の燃料電池システムの動作を説明する。なお、燃料電池1の運転時の動作は、第1の実施例と同様である。

【0047】本実施例は、更に燃料電池の冷却に伴って、アノード極密閉路40とカソード極密閉路41とからなる燃料電池密閉路と燃料電池収納容器とが一定圧力以下になることを防止することができる。すなわち、パージガスの置換完了後もそのままバルブ60、61を開けておく。次に、バルブ12、14を閉じる。この状態で、アノード極密閉路40とカソード極密閉路41とからなる燃料電池密閉路が形成される。次に、バルブ19、24を開ける。そして、燃料電池1の冷却に伴い、アノード極密閉路40のガス圧力とカソード極密閉路41のガス圧力とが逆止弁20、21のクラッキング圧力以上になると、逆止弁20又は逆止弁21が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れると共に、アノード極密閉路40のガス圧力と燃料電池収納容器6のガス圧力とが逆止弁25、26のクラッキング圧力以上になると、逆止弁25又は逆止弁26が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れる。また、燃料電池収納容器6からパージガスが流出し、圧力が低下すると、パージガス供給路51を介してパージガスが燃料電池収納容器6に供給される。これにより、燃料電池密閉路と燃料電池収納容器6との間の圧力差が一定に保たれ、燃料電池本体に損傷を与えることがない。

【0048】また、第2の実施例同様に、アノード側逆止弁18とカソード側逆止弁22のクラッキング圧を、例えば燃料ガスを供給するアノード極側ガス供給路とカソード極側ガス供給路とのガス圧に設定しておけば、燃料電池密閉路と燃料ガス供給路との間の圧力差も一定にできる。このため、次の起動における燃料電池への燃料ガスの急激な流入と、それにともなう圧力の急激な変動を防止することができる。更に、両極の全体的な圧力低下を不要に高めることがないため、外気の燃料電池内への侵入を阻止できると共に、内外の圧力差によるシール部や構成材の破損等が抑制され、安定的な保管状態を保つことができる。

【0049】なお、本実施例において、燃料電池1の入口側に上記逆止弁20、21、25、26を設け、2つのパージガス供給路を出口側に設けてもよく、更に逆止弁20、21、25、26と2つのパージガス供給路を同じ側に設けても同様の効果が得られる。

#### 【0050】第4の実施例

図4には、第3の実施例に加えて、固体高分子型燃料電池の冷却水系統をも一定圧力差に保持するブロック構成図が示されている。なお、第1、第2及び第3の実施例と同様の構成要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0051】本実施例の場合、更に燃料電池1に冷却水を供給する冷却水供給路48と、燃料電池1から冷却水を流出させる冷却水排出路49とからなる冷却配管が設けられている。更に、冷却水供給路48に合流し冷却水供給路48にパージガスを供給するパージガス供給路53が設けられている。パージガス供給路53を設けたのは、冷却水に溶解している酸素が冷却水配管を腐食するのを防止するためである。

【0052】次に、本実施例の燃料電池システムの動作を説明する。なお、燃料電池1の運転時の動作は、第1の実施例と同様である。

【0053】本実施例は、更に燃料電池1の冷却に伴って、燃料電池密閉路と冷却システムとが一定圧力以下になることを防止することができる。すなわち、パージガスの置換完了後もそのままパージガスを供給路は開にしておく。次に、バルブ12、14を閉じる。この状態で、アノード極密閉路40とカソード極密閉路41とからなる燃料電池密閉路が形成される。次に、バルブ19、24、30を開ける。そして、燃料電池1の冷却に伴い、アノード極密閉路40のガス圧力とカソード極密閉路41のガス圧力とが逆止弁20、21のクラッキング圧力以上になると、逆止弁20又は逆止弁21が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れると共に、アノード極密閉路40のガス圧力と燃料電池収納容器6のガス圧力とが逆止弁25、26のクラッキング圧力以上になると、逆止弁25又は逆止弁26が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れる。更に、カソード極密閉路41のガス圧力と冷却水排出路49のガス圧力とが逆止弁31、32のクラッキング圧力以上になると、逆止弁31又は逆止弁32が開き、圧力の高い方から低い方へガスが流れる。また、燃料電池収納容器6からパージガスが流出し、また冷却配管の圧力が低下すると、パージガス供給路51、53を介してパージガスが燃料電池収納容器6及び冷却配管に供給される。これにより、燃料電池密閉路と燃料電池収納容器6、燃料電池密閉路と冷却配管との間の圧力差が一定に保たれ、燃料電池本体に損傷を与えることがない。また、冷却系と反応極側や容器内との間の圧力差が抑制されるため、冷却板の変形によって電極や膜が押圧され破損することが防止できる。尚、冷却系は冷却効率を高めるため、反応系と近接して構成されるため、影響が大きい。

#### 【0054】第5の実施例

図5には、改質器と燃料電池密閉路との間の圧力差を一定に保つ燃料電池システムのブロック構成図である。な

お、第 1 の実施例と同様の構成要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0055】図 5 に示すように、加湿器 7 は燃料電池 1 に供給される燃料ガス（ここで言う燃料ガスにはアノード側ガス（ $H_2$ ）及びカソード側ガス（ $O_2$  又は空気）両方を含む）を加湿するものである。加湿することによって、固体高分子電解質膜における水素イオン  $H^+$  の移動が促進され、燃料電池の電池抵抗が低下し、より多くの出力電流を取り出すことができる。加湿器 7 を介して燃料電池 1 に燃料ガスを供給する燃料ガス供給路には、バルブ 9、10、11 が設けられている。また、加湿器 7 と燃料電池 1 とを連絡する配管には、加湿された燃料ガスが所定温度に保たれるように、ヒータ 8 が設けられている。燃料電池の停止時には、加湿器 7 もパージガスにより置換される。従って、加湿器 7 にもパージガス供給路 54 を介してパージガスが供給される。パージガス供給路 54 には、パージガス供給路 54 を開閉するバルブ 15 が設けられている。更に、パージガス供給路 54 は分岐して、それぞれ加湿器 7 の上流と、加湿器 7 とヒータ 8 との間、ヒータ 8 と燃料電池 1 との間にパージガスを供給する。そして、分岐したそれぞれのパージガス供給路には、逆止弁 16、17、18 が設けられている。通常、加湿器 7 の内部には、加湿用に多量の水が蓄えられている。更に、他の金属配管部分に比べ加湿器 7 の冷却速度が遅く、従って加湿器 7 の内部の圧力が、相対的な関係として見かけ上、その前後の区画の圧力より高くなり、次に燃料電池 1 を始動するためにバルブ 9、10、11 を開けたとき、その圧力差によって、加湿器 7 の内部の水が次の区画に流れ出したり、前の区画に逆流してしまう恐れがある。なお、すべての機器が常温となった時点での他の機器間との圧力関係は、加湿器内の圧力が最も低くなる。

【0056】図 5 を参照しながら、一例を挙げて本実施例のシステムの動作を説明する。

【0057】燃料電池 1 の運転時のガス圧力が 2 気圧であって、逆止弁 16、17、18 のクラッキング圧を 0.5 気圧とし、パージガス圧力を 2 気圧とした場合を例にとって説明する。なお、燃料電池 1 の停止時は、2 気圧から常圧に戻る。

【0058】まず、通常の運転時においては、バルブ 15 を閉じてパージガス供給路 54 を遮断しておく。そして、バルブ 9、10、11 を開けて、ガス圧力が 2 気圧になるようにバルブ 12 を調整して、系統内の内圧力を保持する。

【0059】次に、燃料電池 1 の運転を停止する場合には、バルブ 15 を閉じたまま、ヒータ 8 を停止させる。この時、バルブ 10、11 を開けたままで、バルブ 12 を全開して系統内を下げ、ガス圧力を常圧（1 気圧）にする。

【0060】その後、バルブ 9 を閉じ、バルブ 10、1

1、12 を開けておく。次に、バルブ 15 を開けてパージガス供給路 54 より不活性なパージガスを系統内に供給する。このときのパージガスは、ガス圧力を 2 気圧で注入する。

【0061】そして、パージ後、バルブ 9、10、11、12 を閉じて、バルブ 15 のみをパージガス供給路 54 より継続してガス圧力を 2 気圧でパージガスを注入し続ける。これにより、「2 気圧（パージガス圧力）－0.5 気圧（クラッキング圧）＝1.5 気圧（系統内圧）」で系統内を 1.5 気圧にすることができる。

【0062】この状態で、例えば加湿器 7 の内部圧力が低下して、1.2 気圧になると、逆止弁 16 よりパージガスが流入して、加湿器 7 の内部は 1.5 気圧になる。なお、パージガス圧力は、2 気圧に限るものではなく、パージガス圧力が、逆止弁 16、17、18 のクラッキング圧と大気圧との和より大きい関係が成り立てばよく、このような圧力にしておけば、パージガス圧力を途中で変える必要はない。

【0063】第 6 の実施例

図 6 には、停止時に周囲の金属配管との冷却速度の相違によって、加湿器の内部圧力が上昇した時に、系統外にガスを放出させるシステム構成が示されている。なお、第 1 の実施例と同様の構成要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0064】図 6 に示すように、加湿器 7 は燃料電池 1 に供給される燃料ガスを加湿するものである。加湿することによって、固体高分子電解質膜における水素イオン  $H^+$  の移動が促進され、燃料電池の効率が促進される。加湿器 7 を介して燃料電池 1 に燃料ガスを供給する燃料ガス供給路には、バルブ 9、10、11 が設けられている。また、加湿器 7 と燃料電池 1 の間には、加湿された燃料ガスが所定温度に保たれるように、ヒータ 8 が設けられている。更に、加湿器 7 または、燃料電池の停止時には、加湿器 7 もパージガスにより置換される。従って、加湿器 7 にもパージガス供給路 54 を介してパージガスが供給される。パージガス供給路 54 には、パージガス供給路 54 を開閉するバルブ 15 が設けられている。更に、パージガス供給路 54 は分岐して、それぞれ加湿器 7 の下流と、バルブ 10 とヒータ 8 との間、ヒータ 8 と燃料電池 1 との間にパージガスを供給する。そして、分岐したそれぞれのパージガス供給路には、逆止弁 33、17、18 が設けられている。また、逆止弁 33 を有する分岐パージガス供給路は、更に分岐し、バルブ 9 と加湿器 7 との間から分岐したガス抜き流路 100 に合流している。そして、分岐パージガス供給路には、バルブ 9 が設けられ、一方、ガス抜き流路 100 の合流点より下流には、逆止弁 34 が設けられている。この逆止弁 34 は、逆止弁 33 と流れる方向が逆になるように設けられている。

【0065】図 6 を参照しながら、一例を挙げて本実施

例のシステムの動作を説明する。

【0066】燃料電池 1 の運転時のガス圧力が 2 気圧であって、逆止弁 33、17、18 のクラッキング圧を 0.5 気圧とし、パージガス圧力を 2 気圧とした場合を例にとって説明する。なお、燃料電池 1 の停止時は、2 気圧から常圧に戻る。

【0067】まず、通常の運転時においては、バルブ 15 を閉じてパージガス供給路 54 を遮断しておく。そして、バルブ 9、10、11、99 を開けて、ガス圧力が 2 気圧になるようにバルブ 12 を調整して、系統内の内圧力を保持する。

【0068】次に、燃料電池 1 の運転を停止する場合には、バルブ 99 を閉じてバルブ 15 を閉じたまま、ヒータ 8 を停止させる。この時、バルブ 10、11 を開けたまま、バルブ 12 を全開して系統内を下げ、ガス圧力を常圧（1 気圧）にする。

【0069】その後、バルブ 9 を閉じ、バルブ 10、11、12 を開けておく。次に、バルブ 15 を開けてパージガス供給路 54 より不活性なパージガスを系統内に供給する。このときのパージガスは、ガス圧力を 2 気圧で注入する。

【0070】そして、パージ後、バルブ 9、10、11、12、99 を閉じて、バルブ 15 のみをパージガス供給路 54 より継続してガス圧力を 2 気圧でパージガスを注入し続ける。これにより、「2 気圧（パージガス圧力）- 0.5 気圧（クラッキング圧）= 1.5 気圧（系統内圧）」で系統内を 1.5 気圧にすることができる。この状態で、例えば加湿器 7 の内部圧力が低下して、1.2 気圧になると、逆止弁 16 よりパージガスが流入して、加湿器 7 の内部は 1.5 気圧になる。なお、上述したように、パージガス圧力は、2 気圧に限るものではなく、パージガス圧力が、逆止弁 33、17、18 のクラッキング圧と大気圧との和より大きい関係が成り立てばよく、このような圧力にしておけば、パージガス圧力を途中で変える必要はない。

【0071】本実施例の特徴は、バルブ 99 を介して加湿器 7 の入口からもパージガスを流入させることである。例えば、加湿器 7 の出口のみにパージガスを注入し、バルブ 9 を閉じたままにすると、加湿器 7 の内部圧力が上昇し、これに伴って加湿器 7 の入口から水が溢れてしまう。本実施例のように、加湿器 7 の入口を開放にしパージガスを流入させれば、加湿器 7 より水が溢れる恐れがない。

【0072】更に、本実施例の特徴は、ガス抜き用の逆止弁 34 を設けたことである。加湿器 7 の内部圧力が所定のパージ後の系統内圧力（上記の例でいえば 1.5 気圧）より高くなったときに、逆止弁 34 によって加湿器 7 の内部圧力を速やかに、所定圧力にすることができる。また、図 6 のように逆止弁 34 を配置し、外部放出する形態としたことにより、例えば加湿器 7 の内部圧力

の上昇が急激であって加湿器 7 より水が溢れてしまった場合にも、溢れた水を燃料電池 1 に向かう配管に流出させることなく、速やかに外部に放出することができる。

【0073】本発明では、その内容を平易に説明するため、固体高分子型燃料電池のアノード側の材料ガス供給源の詳細を図示しなかったが、高圧水素ガスボンベによる供給、メタノール改質法による水素発生器からの供給、水素吸蔵合金からの供給、液体水素タンクからの供給など、固体高分子型燃料電池のアノード側材料ガスの供給方法として用いられているいずれの方式にも適用することができる。

【0074】同様にカソード側の材料ガスの供給源においても、高圧酸素（または空気）ガスボンベによる供給、コンプレッサーによる大気加圧供給、液体酸素（または空気）タンクからの供給など、固体高分子型燃料電池のカソード側材料ガスの供給方法として用いられているいずれの方式にも適用することができる。

【0075】図 5、図 6 では、その内容を平易に説明するため、固体高分子型燃料電池の材料ガスの加湿について、加湿器としてのみ図示し、その詳細については述べなかった。ここでは一般的に示したバブリング法による加湿器だけでなく、水を直接ガス気流中で霧化する方式や、特開平 3-239958 号公報に述べられているような気体状の水は通すが、液体状の水は通さない多孔質膜により、気化させる方式などいずれの加湿方法にも適用することが可能である。

【0076】なお、アノード側に改質器（メタノール改質器またはメタン改質器）を用いた場合、一般には改質反応に必要とされる水分以上の水分量を投入して改質反応を行うので、改質器から得られた改質ガスは、既に一定量の水蒸気を含有している。従って、この水蒸気含有量が不足する場合にのみ加湿器を設ければよい。

【0077】図 5、図 6 では「燃料ガス」とのみ表記したが、これはアノード側材料ガス、カソード側材料ガスのいずれでもかまわない。従って、図 5、図 6 はアノード、またはカソードのいずれか片方の配管系統のみを示したが、図示しなかった別の材料ガス系統に対しても同様に適用することができる。

【0078】上述の実施例では、その内容を平易に説明するため、一つの燃料電池システムが一つの燃料電池スタックから構成されている場合があり、この時、これらのスタックは相互に電氣的に直列又は並列に（さらにはそれらの組合わせ）接続されている。しかし、このような場合での材料ガスや冷却水は各スタックを並列に接続して供給することが一般的である。こうした複数の燃料電池スタックからなるシステムにおいても本発明をそのまま適用できる。無論、各スタックごとに実施例で述べた、「ガス連結路にガスの流れ方向と反対に並列され、所定のクラッキング圧に設定された逆止弁を有する」構成にしてもよいし、燃料電池全体で一箇所だけ



「ガス連結路にガスの流れ方向と反対に並列され、所定のクラッキング圧に設定された逆止弁を有する」構成にしてもよい。スタック相互間の配管が長く、これらの配管中の圧力変動も当該燃料電池に対して影響を与える可能性があるとする見られる場合には、各スタックごとに設置した方がよい。

【0079】上述の実施例では、その内容を平易に説明するため、材料ガスを加熱する手段を明示しなかったが、固体高分子型燃料電池は80℃～100℃で運転されるので、材料ガスも固体高分子型燃料電池と同じか、あるいは少し高い温度まで加熱することが望ましい。ただし、アノード側材料ガスを改質器による改質ガスを用いる場合は、改質器の運転温度が200℃以上であるから、別に加熱手段を設ける必要はない。

#### 【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る燃料電池システムによれば、アノード極密閉路とカソード極密閉路との流路間を連結する連結路と、前記連結路にガスの流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁とを有するので、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池のアノード極側とカソード極側との圧力差を一定、例えばクラッキング圧に保持することができる。

【0081】更に、上記構成に加え、アノード極密閉路とカソード極密閉路とからなる燃料電池密閉路にパージガスを供給するパージガス供給路と、前記燃料電池密閉路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁とを有するので、燃料電池の停止保管中に冷却に伴って生じる燃料電池の内部圧力の低下に応じて、燃料電池密閉路にパージガスを供給して、燃料ガス供給路と燃料電池密閉路との間の圧力差を一定に保つことができる。従って、次の起動における燃料電池への燃料ガスの急激な流入を防止することができる。

【0082】更に、上記構成において、更に、燃料電池を燃料電池本納容器に収納する場合、燃料電池収納容器にパージガスを供給する第2のパージガス供給路と、燃料電池収納容器と燃料電池密閉路とを連結する第2の連結路と、前記第2の連結路に流れ方向を反対にして並設され所定のクラッキング圧に設定された一対の逆止弁と、前記第2のパージガス供給路に設けられ所定のクラッキング圧に設定され、かつ前記燃料電池密閉路に向かってパージガスが流れるように設置された逆止弁と、を有するので、燃料電池システムの停止保管時に燃料電池の内圧が低下した場合、燃料電池収納容器内から燃料電池密閉路にパージガスを供給し、燃料電池内の内圧低下を速やかに一定圧に保持することができる。更に、圧力低下を生じた燃料電池収納容器にもパージガスが供給されるので、結果として、燃料電池密閉路と燃料電池容器との間の圧力差を一定に保持することができる。

【0083】本発明の燃料電池システムを燃料電池に適用すると、例えば以下のような効果を有する。

【0084】すなわち、自動車に搭載した固体高分子型燃料電池のように、繰り返し、運転、停止を行う用途においても、高い信頼性を確保することが出来る。

【0085】また、従来技術に比べ、容易にまた低コストで実現可能で、かつ耐久性能に優れている。

【0086】更に、本発明を適用すべき固体高分子型燃料電池が大型になっても、圧力を一定に制御すべき部分つまり逆止弁のサイズはパージガス配管径に対応した程度のものであれば充分で、従来技術が持っていた、固体高分子型燃料電池のサイズ（出力規模）が大きくなると、ベローズ式バルブもそれに比例して大きくしなければならない。とか、ベローズ式バルブの内部容積を越えては、圧力制御が出来ず、いかなる場合にも圧力制御するためには、充分余裕のあるベローズ式バルブ即ち、巨大なベローズ式バルブを用意しなければならない。といった問題を解決することができる。

【0087】固体高分子型燃料電池（電池本体及びシステムを構成する配管）の長期的な性能低下を防止し、長寿命の固体高分子型燃料電池を提供することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

【図2】本発明に係る第2の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

【図3】本発明に係る第3の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

【図4】本発明に係る第4の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

【図5】本発明に係る第5の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

【図6】本発明に係る第6の実施例の燃料電池システムのブロック構成図である。

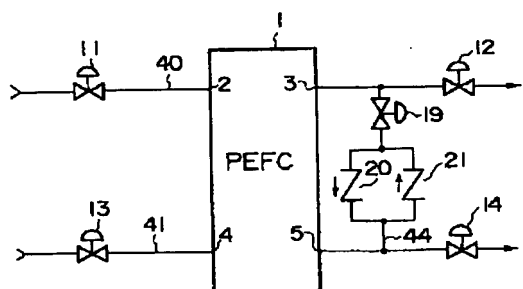
【図7】単一セルの燃料電池の構造を示す断面図である。

【図8】3セルスタックの構造を示す断面図である。

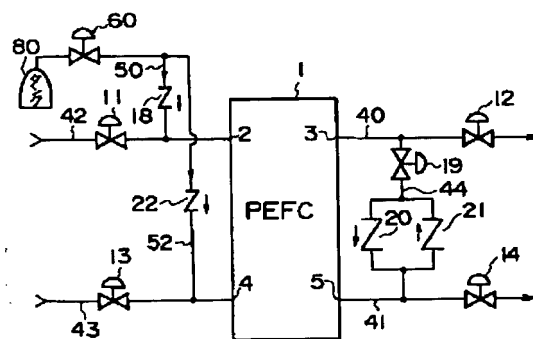
#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 アノード側入口
- 3 アノード側出口
- 4 カソード側入口
- 5 カソード側出口
- 11、13、12、14、19 バルブ
- 20、21 逆止弁
- 40 アノード極密閉路
- 41 カソード極密閉路
- 44 連結路

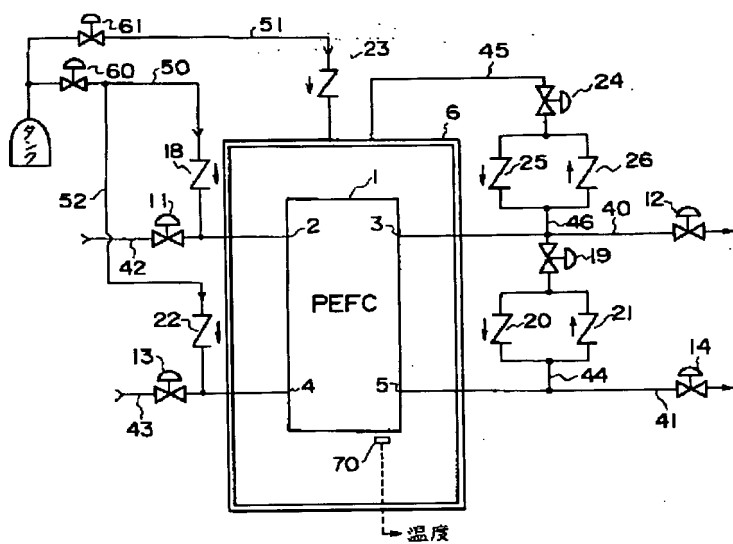
【図 1】



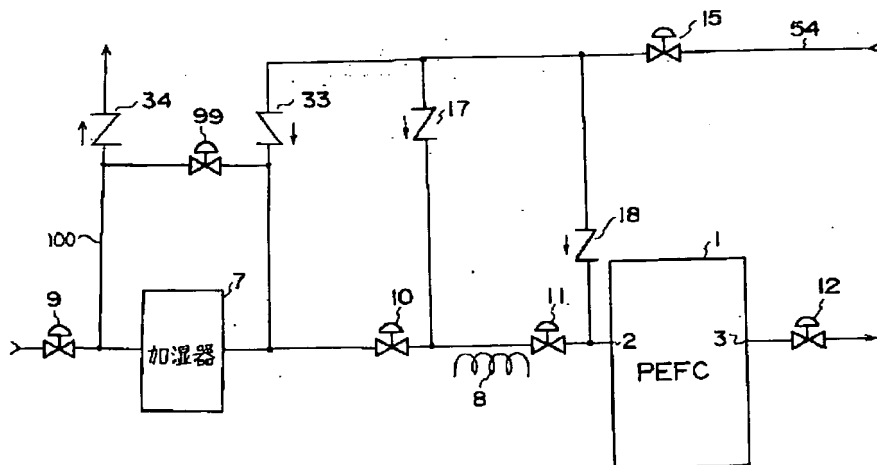
【図 2】



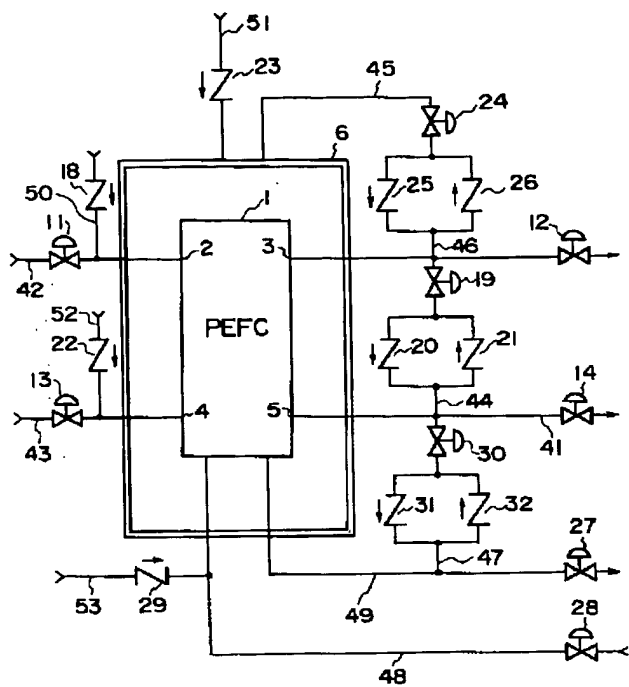
【図 3】



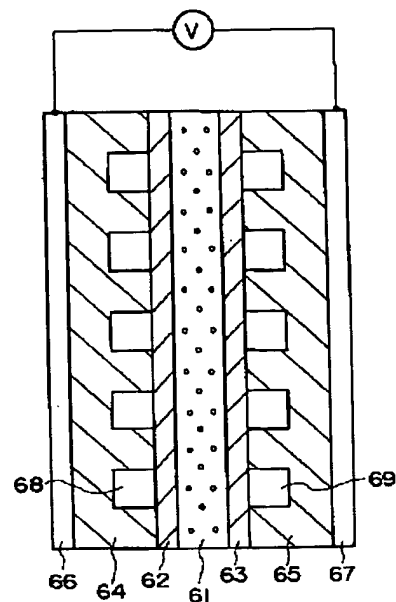
【図 6】



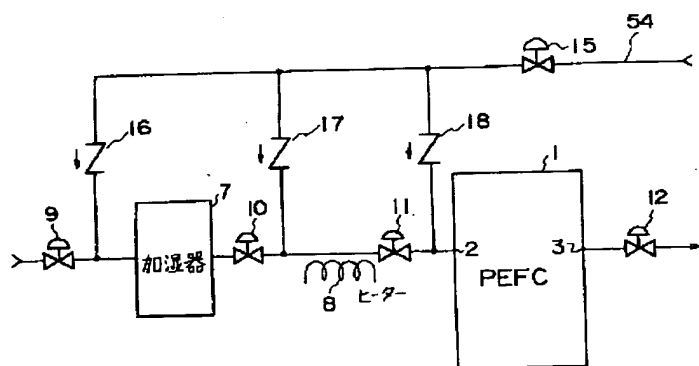
【図 4】



【図 7】



【図 5】



【図 8】

